

Balonik w butelce

Proponujemy proste doświadczenie z ciśnieniem powietrza (więcej na ten temat w *Fotonie* 95, Zima 2006), które nadaje się zarówno dla przedszkolaków, jak i dla licealistów.

Należy zaopatrzyć się w: plastikową butelkę po wodzie mineralnej, taśmę klejącą (ostatecznie do zamykania dziurki można użyć palca), gwóźdź lub inny szpikulec do zrobienia dziurki w dnie butelki, balonik lub cienką rękawiczkę gumową, miskę z wodą z kranu (głębokość wody – około 10–15 cm).

Z małymi dziećmi doświadczenia proponujemy zacząć od zwykłego nadmuchiwanie balonika i pytania, co zrobić, by został on w formie nadmuchianej. Każdy wie, że trzeba związać wlot balonika. Dzieci podają tłumaczenie stosowne do wieku, często się dziwią pytaniu, bo dla nich odpowiedź jest oczywista – to konieczne, bo inaczej nadmuchiwanie powietrze ucieknie z wnętrza balonika.

Generalnie odpowiedź sprowadza się do stwierdzenia: balonik pozostaje w niezmienionym kształcie, jeśli ciśnienie balonik wewnętrzny balonika jest równe **sumie** dwóch ciśnień – ciśnienia powietrza na zewnątrz balonika oraz ciśnienia pochodzącego od elastycznego materiału, z którego zrobiono balonik.

Prawdopodobnie dzieci wykażą inicjatywę i zaproponują inne doświadczenia. Niektóre dzieci zauważają na przykład, że balonik można „nadmuchać” do butelki nie przez dmuchanie, ale wysysanie powietrza przez dziurkę.

Starsi – mogą od razu zacząć od balonika w butelce. W dnie butelki robimy dziurkę o średnicy 2–3 mm. Przez szyjkę wsuwamy balonik i naciągamy gumę przy wylocie balonika na szyjkę butelki (szczelnie ją tym samym zamykając). Następnie nadmuchiujemy balonik i tuż przed cofnięciem ust – zamykamy otwór u dołu butelki taśmą klejącą (lub zatykamy palcem). Powoli usuwamy usta z wlotu balonika. I tu dla wielu niespodzianka.

Jeśli wzięliśmy do eksperymentu twardą butelkę – balonik nieco „wiednie”, ale pozostaje nadmuchiany, pomimo iż jest od góry otwarty. Jeśli wykorzystaliśmy miękką butelkę, z balonika powietrze uchodzi niemal całkowicie, ale butelka zostaje ściśnięta do środka. Dlaczego tak się dzieje?

W obu tych przypadkach znowu chodzi o wyrównanie ciśnień. Podczas wdmuchiwania balonika do butelki otwartej dzięki dziurce w jej dnie, ciśnienie wewnątrz butelki cały czas jest równe ciśnieniu atmosferycznemu, natomiast ciśnienie w baloniku jest nieco wyższe od atmosferycznego (pamiętajmy, że musi ono zrównoważyć ciśnienie powietrza w butelce i ciśnienie gumy balonika). Po zamknięciu dziurki w dnie butelki i otwarciu wlotu balonika następuje istotna zmiana wartości ciśnień. Tym razem ciśnienie powietrza w samym baloniku szybko wyrównuje się z ciśnieniem powietrza atmosferycznego (z balonika uchodzi nieco powietrza). W tym czasie balonik „wiednie”, robiąc wewnątrz butelki więcej miejsca dla zamkniętego tam powietrza – zatem powietrze to rozpręża się, co prowadzi do zmniejszenia jego ciśnienia (butelka jest szczelnie zamknięta, więc z zewnątrz nie dopływa do niej dodatkowe powietrze). Balonik przyjmuje taką objętość, przy której suma ciśnień powietrza wewnątrz butelki i ciśnienia rozciągniętego gumowego materiału balonika była równa ciśnieniu atmosferycznemu.

Proponujemy także dość spektakularną ostatnią część tego ćwiczenia. Przy otwartej dziurce w dnie butelki, ponownie nadmuchiujemy balonik do jej wnętrza i zamykamy jego wylot. Następnie zatykamy palcem dziurkę w dnie butelki, zanurzamy dolną część butelki



z nadmuchiwanym balonikiem w misce z wodą i odtykamy wylot balonika. Po wykonaniu wszystkich tych czynności odtykamy dziurkę w dnie butelki (po otwarciu dziurka musi cały czas znajdować się pod wodą). Rezultat jest zaskakujący – w butelce tryska fontanna, a jeśli poczekamy odpowiednio długo, butelka napełni się wodą do poziomu przekraczającego poziom wody w misce. Można wtedy wyciągnąć butelkę z wody i mimo otwartej dziurki – woda się z niej nie wyleje. Dlaczego?

Ponownie ustalamy warunek równowagi ciśnień: przed otwarciem dziurki w dnie, wewnątrz butelki panuje ciśnienie atmosferyczne. Natomiast po zanurzeniu butelki w wodzie, jej dno znajdzie się na poziomie, na którym na zewnątrz butelki panuje podwyższone ciśnienie: w wodzie na dowolnej głębokości ciśnienie jest równe sumie ciśnienia atmosferycznego oraz ciśnienia hydrostatycznego (to drugie jest proporcjonalne do głębokości zanurzenia). Podobnie jak w poprzedniej części doświadczenia, po otwarciu wylotu balonika, ciśnienie w baloniku wyrównuje się z ciśnieniem atmosferycznym, to z kolei prowadzi do zmniejszenia ciśnienia wewnątrz butelki (balonik zmniejsza swoją objętość, powietrze w butelce się rozpręża, więc jego ciśnienie maleje poniżej ciśnienia atmosferycznego). Gdy teraz otworzymy pod wodą dziurkę w dnie naczynia – ciśnienie na zewnątrz tej dziurki jest znacznie większe od atmosferycznego, a wewnątrz butelki – od niego mniejsze, dlatego woda wpływa strumieniem do butelki tak długo, aż na poziomie dna butelki ustali się równowaga ciśnień w jej wnętrzu i na zewnątrz. Poziom wody w butelce podniesie się powyżej poziomu wody w misce, ponieważ początkowo ciśnienie w butelce było niższe od ciśnienia atmosferycznego.

DS